

538957

10/538957

(12) NACH DEM VERTÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENWEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. Juli 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/055362 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F03B 11/04, 3/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/013664

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Dezember 2003 (04.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 58 557.1 14. Dezember 2002 (14.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): VOITH SIEMENS HYDRO POWER GENERA-
TION GMBH & CO. KG [DE/DE]; Alexanderstrasse 11,
89522 Heidenheim (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FAIGLE, Peter

[DE/DE]; Hessenstrasse 2, 89537 Giengen (DE).
SCHERER, Thomas [DE/DE]; Schmittenstrasse 20,
89522 Heidenheim (DE).

(74) Anwalt: WEITZEL & PARTNER; Friedenstrasse 10,
89522 Heidenheim (DE).

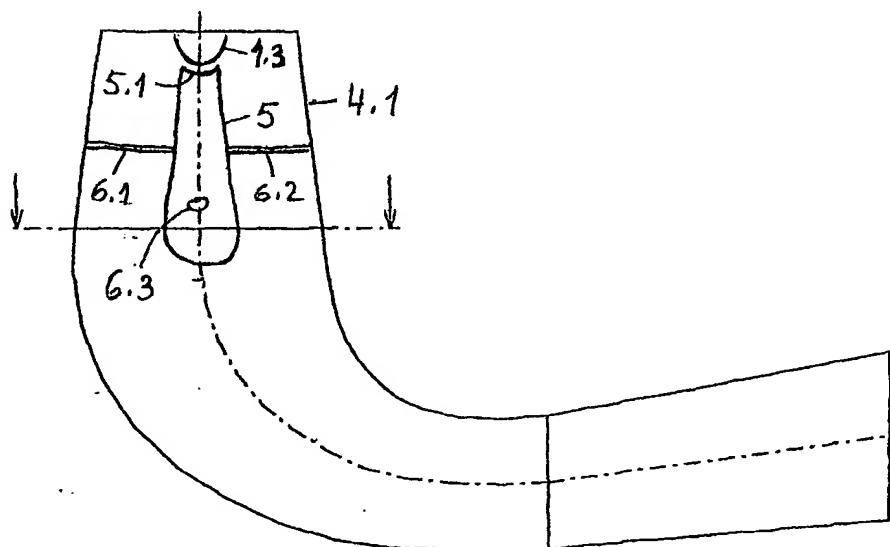
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR REDUCING PRESSURE FLUCTUATIONS IN AN INDUCTION PIPE OF A WATER
TURBINE OR WATER PUMP OR WATER-PUMP TURBINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR REDUKTION VON DRUCKSCHWANKUNGEN IM SAUG-
ROHR EINER WASSER-TURBINE ODER -PUMPE ODER -PUMPTURBINE



(57) Abstract: The invention relates to a turbine or pump or pump turbine, comprising a rotor which has a plurality of rotating blades and a hub, a housing which has a distributor for regulating the currents flowing into the rotor, and an induction pipe for guiding the water flowing out of the rotor, comprising an inlet diffuser. The inventive turbine or pump or pump turbine is characterised by the following characteristics; an elongate displacement body is arranged in the induction pipe and the upstream end of the displacement body is arranged in the region of the hub of the rotor.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/055362 A1

BEST AVAILABLE COPY



TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Turbine oder -Pumpe oder -Pumpturbine: mit einem Laufrad, das eine Vielzahl von Laufschaufeln sowie eine Nabe aufweist; mit einem Gehäuse, das einen Leitapparat zur Regulierung der Einstromung in das Laufrad aufweist; mit einem Saugrohr zur Führung des aus dem Laufrad ausströmenden Wassers, das einen Eintrittsdiffusor aufweist. Die vorliegende Turbine oder -Pumpe oder -Pumpturbine ist gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale: im Saugrohr ist ein langgestreckter Verdrängungskörper angeordnet; das stromaufwärtige Ende des Verdrängungskörpers befindet sich im Bereich der Nabe des Laufrades.

Verfahren und Vorrichtung zur Reduktion von Druckschwankungen im Saugrohr einer Wasser-Turbine oder -Pumpe oder -Pumpturbine

Die Erfindung betrifft eine Turbine oder -Pumpe oder -Pumpturbine, insbesondere das Saugrohr einer solchen Turbine, das zur Ableitung des Wassers aus der Turbine in Richtung Unterwasser dient. Die Erfindung betrifft in erster Linie Francis-Maschinen. Es kommen aber auch Kaplan Turbinen in betracht.

An Wasserturbinen wie Francis-Turbinen werden zunehmend höhere Anforderungen hinsichtlich des Wirkungsgrades und des möglichst ausgedehnten Arbeitsbereiches gestellt. Wünschenswert ist ein variabler Einsatz hinsichtlich der Wasserdurchflußmenge vom extremen Teillastbetrieb bis hin zum Überlastbetrieb. In allen Lastbereichen soll ein möglichst hoher Wirkungsgrad bei gleichzeitig schwingungsfreiem Lauf der Turbine erreicht werden.

Francis-Turbinen werden an unterschiedliche Betriebsbedingungen durch die Verstellung der Leitschaufeln angepaßt. Dennoch treten insbesondere unter Teillast instationäre Strömungsverhältnisse auf, die zu starken Schwingungen an der Maschine führen. Materialschäden als Folge können insbesondere dann eintreten, wenn die Eigenfrequenzen von Bauteilen mit diesen Schwingungen übereinstimmen. Eine weitere negative Folge von Turbinenvibrationen sind vor allem für große Maschinen die Auswirkungen, die diese Schwingungen auf das Stromnetz haben. Gleichlaufunruhen werden über den Generator in das Stromnetz eingekoppelt und machen sich dort als Spannungsschwankungen unangenehm bemerkbar. Daraus ergeben sich nachteilige Einschränkungen des Turbinenbetriebsbereichs. So sind kritische Teillastbereiche beim Hochfahren der Turbine besonders schnell zu durchfahren und im Dauerbetrieb zu vermeiden. Außerdem findet eine unerwünschte gegenseitige Beeinflussung wasserführender Systeme statt.

Beim optimalen Betrieb einer Francis-Turbine strömt das Wasser aus der Einlaufspirale axial symmetrisch in das Laufrad, wird dort von den Leitschaufeln so

umgelenkt, daß es axial in das Saugrohr einströmt und dort zum Unterwasser
abgeleitet. Bei einem derart idealen Betrieb ist die Strömung im Saugrohr drallfrei.
Bei Betriebszuständen der Turbine außerhalb des Bestpunktes ist diese
Drallfreiheit der Abströmung nach dem Laufrad nicht mehr gegeben. Der
ursächliche Zusammenhang zwischen der rotativen Komponente der Strömung im
Saugrohr und den Maschinenschwingungen ist bekannt. Zur Stabilisierung der
Strömung im Saugrohr und zur Unterdrückung des Dralls werden nach dem
heutigen Stand der Technik Leitbleche entlang des Saugrohres eingebracht.
Derartige Leitbleche können als Finnen ausgebildet sein, die in axialer Richtung
orientiert sind. Diese Form führt zu einer Unterdrückung des Dralls im Saugrohr,
die aber mit dem Nachteil eines verminderten Wirkungsgrades verbunden ist.

Zur Lösung dieses Problems wurden variable Leitbleche entwickelt, die
entsprechend den Strömungsverhältnissen ein- und ausgefahren werden können.
Weitere Bauformen von Leitblechen sind parallel zu den Wandflächen des
Saugrohres orientiert und verhindern somit durch die Stabilisierung der Strömung
zwischen Leitblech und Saugrohrwand ein Ablösen von Strömungsbereichen. Wie
die zuvor genannten finnenartigen Strukturen verringert auch diese Konstruktion
die Energieausbeute der Turbinen. Des weiteren erhöhen derartige statische oder
variable Konstruktionen den Aufwand für die Herstellung und Wartung von
Turbinen und sind daher ein kostenrelevanter Faktor.

Weitere Lösungsansätze zur Verringerung des Dralls und seiner Wirkung unter
Teillastbedingungen sind das Zuführen von Luft oder Wasser in die instationäre
Strömung. Bekannt sind Konstruktionsprinzipien, bei denen Luft in das Laufrad
oder in das Saugrohr von den Saugrohrwänden oder der Achse des Laufrades
aus eingeblasen werden.

Eine Weiterführung dieses Gedankens besteht darin, eine teils mit Wasser und
Luft gefüllte Kammer um das Saugrohr zu legen, die durch Öffnungen in der
Saugrohrwand in Kontakt zur Strömung im Saugrohr steht. Durch diese findet das
Zu- und Abströmen von Luft und Wasser entsprechend der Druckverhältnisse in

der Saugrohrströmung statt. Auch diese Lösung zur Drallkontrolle ist mit entsprechend konstruktivem Aufwand verbunden, da hier neben der zusätzlichen Druckkammer auch eine Regelung für den Luftdruck in der Umgebungskammer aufgebaut werden muß.

5

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Saugrohr für eine Francis-Turbine anzugeben, das gegenüber dem Stand der Technik erhebliche Vorteile aufweist. Insbesondere soll das Saugrohr den Effekt von Druckschwankungen minimieren, wie sie aufgrund von drallbehafteter Strömung bei Teillastbedingungen auftreten. Diese Aufgabe wird durch ein Saugrohr von Anspruch 1 gelöst.

10

Die Erfinder haben erkannt, daß es beim Betrieb einer Francis-Turbine unter Teillast zur Ausbildung einer Rezirkulationszone hinter dem Laufrad kommt. Die Übergangsschicht zwischen diesem Bereich und der Hauptströmung ist gekennzeichnet durch starke Geschwindigkeitsgradienten. Hydrodynamische Instabilitäten vom Kelvin-Helmholtz-Typ führen zur Ausbildung von Wirbelzöpfen, die aufgrund der Gesamtrotation der Strömung eine rotative Komponente besitzen. Dieser rotierende Wirbelzopf führt zu einem rotierenden Druck, das im Bereich des Krümmers des Saugrohres eine Kraftwirkung in axialer Richtung verursacht und zu entsprechenden Druckschwankungen, die ebenfalls in axialer Richtung und damit in Richtung der Turbine wirken. Des weiteren ist es möglich, daß diese axiale Druckschwankungen, verbunden mit dem helikal geformten Wirbelzopf, zu Grenzschichtablösungen im Wandbereich des Krümmers führen, die den Effekt der in axialer Richtung wirkenden Druckschwankungen noch zusätzlich verstärken. Dies erklärt die Entstehung der Druckschwankungen im Saugrohr abhängig von der Rotationsfrequenz des Laufrades.

15

20

25

30

Eine weitere Komponente von stochastischen Druckschwankungen kann dadurch entstehen, daß durch den helikalen Wirbelzopf lokale Druckbereiche mit Drücken unter dem Dampfdruck entstehen, was zur Bildung von Kavitationsblasen führt. Beim Zerplatzen dieser Kavitationsblasen entstehen zusätzliche Spannungspulse.

Gemäß der Erfindung wird im Saugrohr ein langgestreckter Verdrängungskörper angeordnet. Dessen stromaufwärtiges Ende befindet sich im Bereich der Nabe des Laufrades.

5 Der Verdrängungskörper kann rotationssymmetrisch sein, beispielsweise zylindrisch. Er kann auch kegelförmig sein und sich in Strömungsrichtung erweitern oder verjüngen. Er ist derart angeordnet, dass seine Mantelfläche vom strömenden Wasser umgeben ist. Im Allgemeinen wird seine Längsachse mit der Längsachse des Saugrohres zusammenfallen.

10 Zahlreiche Varianten sind möglich. So kann der Verdrängungskörper eine Fortsetzung der Nabe des Laufrades sein und somit einteilig mit der Nabe. Er kann sich aber auch in einem minimalen Abstand an die Nabe anschließen. Der Abstand zwischen diesen beiden braucht nur wenige Millimeter zu sein, 15 beispielsweise 1, 2, 3, 5 mm. Auch 10 bis 50 mm sind denkbar.

Eine weitere Lösung besteht darin, dass die Nabe in Strömungsrichtung gesehen länger gemacht wird, als üblich, beispielsweise das Doppelte oder Dreifache oder Fünffache, so dass sie einen Teil des Verdrängungskörpers bildet. Ein weiterer 20 Teil folgt sodann in Strömungsrichtung. Dieser weitere Teil ist ein eigenständiges Bauteil, das somit nicht einteilig mit der verlängerten Nabe ist und daher auch nicht umläuft.

Handelt es sich bei dem Verdrängungskörper um ein von der Nabe gelöstes, 25 selbständiges Bauteil, so muss dies natürlich innerhalb des Saugrohres fixiert werden. Ein solches Fixieren kann durch Stäbe erfolgen, die senkrecht zur Strömungsrichtung verlaufen und in der Wandung des Saugrohres befestigt sind. Die Stäbe können radial angeordnet sein.

30 Eine besonders interessante Lösung kann darin bestehen, dass das stromaufwärtige Ende des Verdrängungskörpers an der Nabe des Laufrades

gelagert ist, so dass der Verdrängungskörper hierdurch zusätzlich lagestabilisiert wird.

Die Erfindung lässt sich sowohl bei geraden als auch bei gekrümmten Saugrohren anwenden. Bei gekrümmten Saugrohren ergibt sich eine zusätzliche Lagerungsmöglichkeit, indem der Verdrängungskörper im Krümmungsbereich am Saugrohr beziehungsweise an dessen Fundamentierung fixiert ist.

Nachfolgend sind die Erfindung sowie der Stand Technik anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- | | |
|-----------------|--|
| Figur 1 | eine Francisturbine in einem Axialschnitt |
| Figur 2 | numerische Strömungssimulation der Ausbildung eines Wirbelzopfes |
| Figur 3 | klassische Bauform des Saugrohrdiffusors |
| Figur 3a und 3b | einen gekrümmten Saugrohrdiffusor mit einer ersten Ausführungsform eines Verdrängungskörpers |
| Figur 4 | einen gekrümmten Saugrohrdiffusor mit einer zweiten Ausführungsform des Verdrängungskörpers. |
| Figur 5 | einen geraden Saugrohrdiffusor mit einer weiteren Ausführungsform eines Verdrängungskörpers. |
| Figur 6 | einen gekrümmten Saugrohrdiffusor mit einem Verdrängungskörper ähnlich jenem gemäß der Figur 3a und 3b |
| Figur 7 | einen gekrümmten Saugrohrdiffusor mit einem Verdrängungskörper ähnlich jenem gemäß der Figuren 4a und 4b |
| Figur 8 | einen gekrümmten Saugrohrdiffusor mit einem Verdrängungskörper, der nur am Saugrohrkrümmer fixiert ist |

Die in Figur 1 gezeigte Francisturbine ist wie folgt aufgebaut:

Ein Laufrad 1 umfaßt eine Mehrzahl von Laufschaufeln 1.1. Es ist um eine Laufradachse 1.2 drehbar.

Das Laufrad 1 ist von einem Spiralgehäuse 2 umgeben. Dem Laufrad 1 ist ein Kranz von Leitschaufeln 3 vorgeschaltet.

Die Turbine weist ein Saugrohr 4 auf. Dieses umfaßt einen Eintrittsdiffusor 4.1 mit einer Achse 4.1.1, einen sich daran anschließenden Krümmer 4.2, und sich daran anschließenden Saugkasten 4.3. Siehe die ideelle Trennebene I zwischen Eintrittsdiffusor 4.1 und Krümmer 4.2, sowie die ideelle Trennebene II zwischen Krümmer 4.2 und Saugkasten 4.3.

Der Eintrittsdiffusor 4.1 kann bezüglich der Laufradachse 1.2 asymmetrisch gestaltet sein. Hierzu gibt es zahlreiche Möglichkeiten. So kann die Achse 4.1.1 des Eintrittsdiffusors 4.1 gegenüber der Laufradachse 1.1 versetzt sein. Die Achse 4.1.1 des Eintrittsdiffusors kann gekrümmt sein. Die Umfangswand des Eintrittsdiffusors 4.1 kann einseitig ausgebaucht sein, bezogen auf die Laufradachse 1.2. Der Querschnitt des Eintrittsdiffusors 4.1 kann unrund sein, beispielsweise elliptisch.

Man erkennt einen erfindungsgemäßen Verdrängungskörper 5. Dieser ist einteilig mit der Nabe des Laufrades 1. Er stellt gewissermaßen eine Verlängerung der Nabe in Strömungsrichtung dar. Er läuft somit zusammen mit dem Laufrad 1 um.

Figur 2 zeigt eine numerische Strömungssimulation im Arbeitsbereich der Teillast einer Francis-Turbine. Dargestellt ist die Geschwindigkeitsverteilung der Strömung im Saugrohr mit der Ausbildung eines helikalen Wirbelzopfes. Dieser löst sich im Bereich des Krümmers unter Dissipation von Energie auf. Bei diesem Prozeß entstehen aufgrund des rotierenden Druckfeldes des Wirbelzopfes Druckschwankungen, die sich in axialer Richtung bis zur Turbine hin fortsetzen. Dieser instationäre Strömungszustand ist die Ursache für die von der Rotationsfrequenz abhängigen Schwingungen auf der Turbine.

Die Figuren 3a und 3b stellen die Bauform des Saugrohrborteils des Diffusors in klassischer Bauart dar. Typisch ist die radial symmetrische Formgebung mit einem kreisförmigen Querschnitt einer geraden Diffusorachse, die in Übereinstimmung mit der Laufradachse geführt ist.

In Figur 4 ist die erfindungsgemäße Veränderung des Designs des Diffusors dargestellt. Dabei ist der Querschnitt nicht kreisförmig ausgebildet. Die Achse des Diffusors ist gegenüber der Laufradachse geneigt oder verschoben. Außerdem ist diese Achse gekrümmt. Die symmetriebrechenden Merkmale beschränken sich nur auf den Eintrittsbereich des Saugrohres. Dieser als Diffusor bezeichnete Abschnitt endet mit dem Übergang in den Krümmer, bei dem die Auslaufströmung von vertikaler in horizontaler Richtung umgelenkt wird.

Figur 5 zeigt die Druckschwingungen im Zeitbereich. Sichtbar sind die Druckschwankungen für die klassische Bauform des Diffusors in konischer Ausprägung im Vergleich zur erfindungsgemäßen asymmetrischen Bauform. Sichtbar ist, daß die Amplitude der Druckschwankungen für die asymmetrische Bauform gegenüber der symmetrischen reduziert ist. Beide Schwingungskurven zeigen die zur Rotationsfrequenz des Laufrades synchronen Schwingungen sowie eine zusätzliche Überlagerung durch stochastische Schwingungen bzw. Schwingungen höherer Frequenz, die Oberschwingungen der Grundfrequenz sind.

Der dargestellte Saugrohrdiffusor ist einer Kaplanturbine zugeordnet. Von dessen Laufrad ist lediglich die Nabe 1.3 dargestellt. Unmittelbar an die Nabe 1.3 schließt sich wiederum ein erfindungsgemäßer Verdrängungskörper 5 an dessen stromaufwärtige Stirnfläche 5.1. Der Abstand kann kleiner als 1 mm sein. Er kann auch einige Millimeter betragen, beispielsweise 1 bis 5 mm. Auch 10 bis 20 mm sind denkbar.

Der Verdrängungskörper 5 ist durch Stäbe an der Wandung des Saugrohrdiffusors 4.1 fixiert. Man erkennt insgesamt drei Stäbe 6.1, 6.2, 6.3. Die Stäbe sind radial angeordnet. Der Stab 6.3 und ein dahinter liegender, hier nicht gezeigter Stab sind gegenüber den Stäben 6.1, 6.2 in Strömungsrichtung versetzt.

Bei dieser Ausführungsform läuft der Verdrängungskörper 5 nicht mit dem Laufrad um, sondern steht fest.

Wie man erkennt, ist der Verdrängungskörper kegelartig oder keulenartig gestaltet. Das heißt, sein Durchmesser erweitert sich in Strömungsrichtung. Siehe auch die Schnittansicht gemäß Figur 3b.

Der Verdrängungskörper könnte auch etwas anders gestaltet sein. Seine stromaufwärtige Stirnfläche 5.1 könnte sich nämlich ebenso gut an der Nabe 1.3 abstützen. Die Stirnfläche 5.1 und die Außenfläche der Nabe 1.3 würden somit ein Lagerflächenpaar bilden. Dies trägt zur Steifigkeit und zur Lagesicherung des Verdrängungskörpers 5 bei. Die Laufradlagerung sollte in diesem Falle etwas stärker bemessen sein.

Bei der Ausführungsform gemäß der Figuren 4a und 4b handelt es sich wiederum um einen gekrümmten Saugrohrdiffusor. Der erfindungsgemäße Verdrängungskörper 5 ist hierbei von großer Länge. Er erstreckt sich wiederum von der Nabe des hier nicht dargestellten Laufrades einer Turbine, beispielsweise einer Kaplan-turbine, bis zur Wandung des Krümmers 4.2. Dort ist der Verdrängungskörper 5 fixiert. Eine weitere Fixierung wird im Allgemeinen notwendig sein, entweder durch Stäbe, wie die Stäbe 6.1, 6.2 und 6.3, oder aber durch eine Lagerung an der Nabe des Laufrades.

Ist der Verdrängungskörper einteilig mit der Nabe 1.3 des Laufrades 1 ausgebildet, so dass er mit dieser umläuft, so kann er dennoch am Saugrohr 4 gelagert sein. Die genannten Stäbe 6.1, 6.2, 6.3 könnten ihn beispielsweise rotierend lagern.

Auch bei der Ausführungsform gemäß der Figuren 4a und 4b ist eine solche rotierende Lagerung im Bereich des Krümmers 4.2 denkbar.

- 5 Das stromabwärtige Ende des Verdrängungskörpers 5 kann nach Art einer Granatenspitze gestaltet sein. Es kann auch gerundet sein.

Patentansprüche

1. Wasser-Turbine oder -Pumpe oder -Pumpturbine mit einem Laufrad (1.1),
das eine Vielzahl von Laufschaufeln sowie eine Nabe (1.3) aufweist;
- 5 1.2 mit einem Gehäuse, das einen Leitapparat zur Regulierung der
Einströmung in das Laufrad (1.1) aufweist;
- 1.3 mit einem Saugrohr (4) zur Führung des aus dem Laufrad (1.1)
ausströmenden Wassers, das einen Eintrittsdiffusor aufweist;
gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
- 10 1.4 im Saugrohr (4) ist ein langgestreckter Verdrängungskörper (5) angeordnet;
1.5 das stromaufwärtige Ende des Verdrängungskörpers (5) befindet sich im
Bereich der Nabe (1.3) des Laufrades (1).
2. Turbine oder Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der
15 Abstand zwischen der Nabe (1.3) des Laufrades (1) und dem
stromaufwärtigen Ende (5.1) des Verdrängungskörpers zwischen 0,5 und
50 mm beträgt.
3. Turbine oder Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
20 dass der Verdrängungskörper (5) durch Stäbe (6.1, 6.2, 6.3) am Saugrohr
(4) abgestützt ist.
4. Pumpe oder Turbine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
25 gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (5) an der Nabe (1.3) des
Laufrades abgestützt ist.
5. Pumpe oder Turbine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
gekennzeichnet, dass der Verdrängungskörper (5) mit der Nabe (1.3) des
30 Laufrades (1) einteilig ist und mit diesem umläuft.
6. Turbine oder Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, dass das Saugrohr (4) geradlinig verläuft.

7. Pumpe oder Turbine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Saugrohr (4) gekrümmt ist.
- 5 8. Pumpe oder Turbine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Verdrängungskörper (5) in Strömungsrichtung verjüngt.
- 10 9. Pumpe oder Turbine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Verdrängungskörper (5) in Strömungsrichtung erweitert.

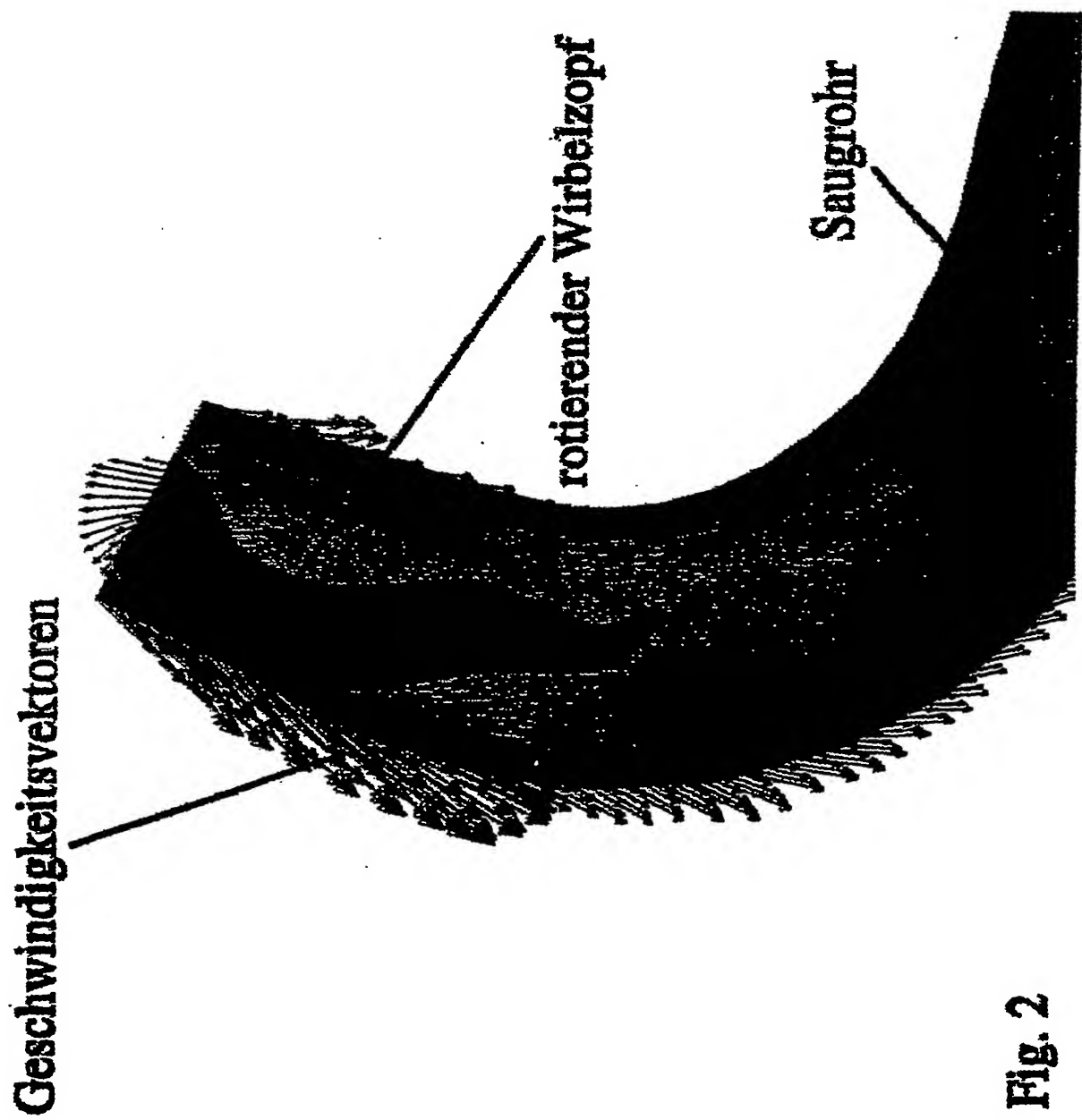


Fig. 2

Fig. 3a

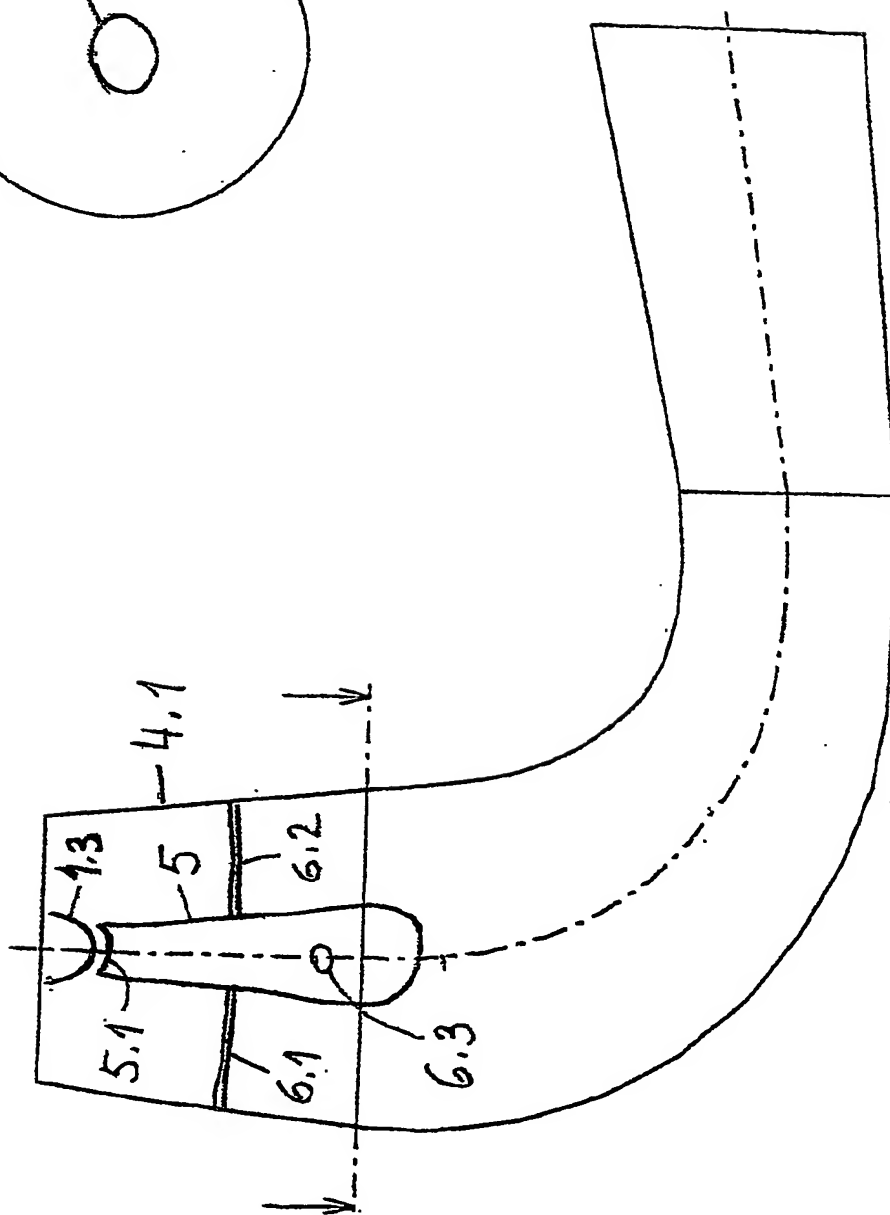


Fig. 3b

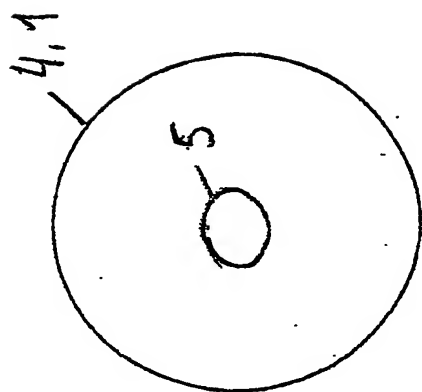


Fig. 4a

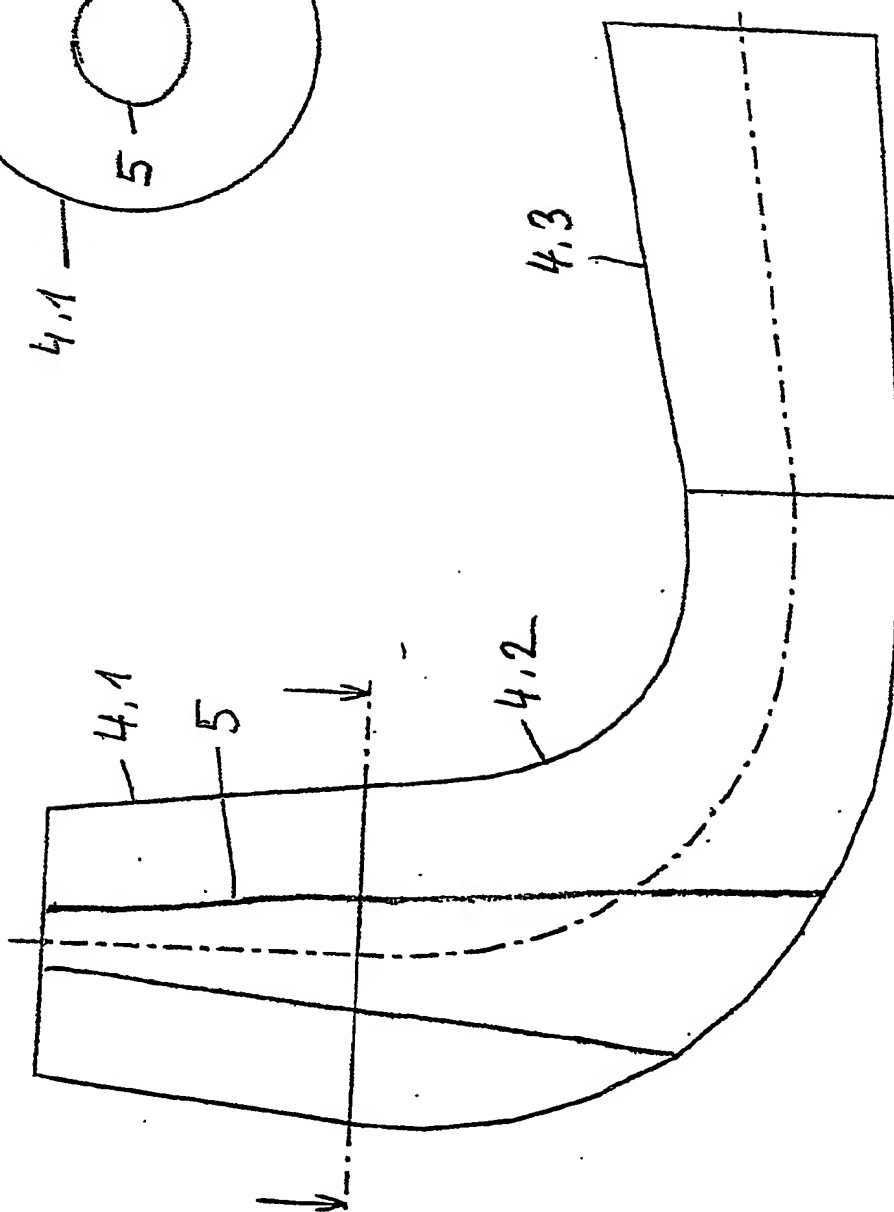


Fig. 4b

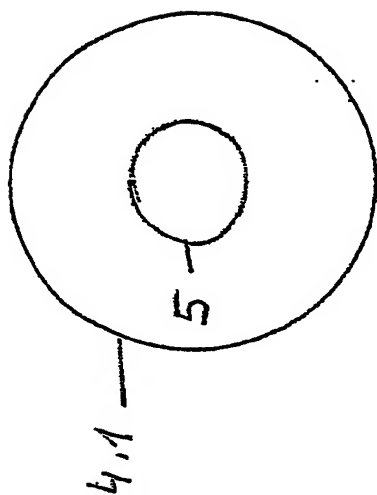


Fig. 5

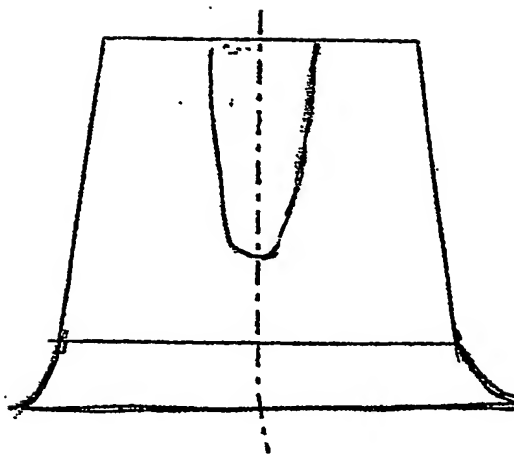


Fig. 6

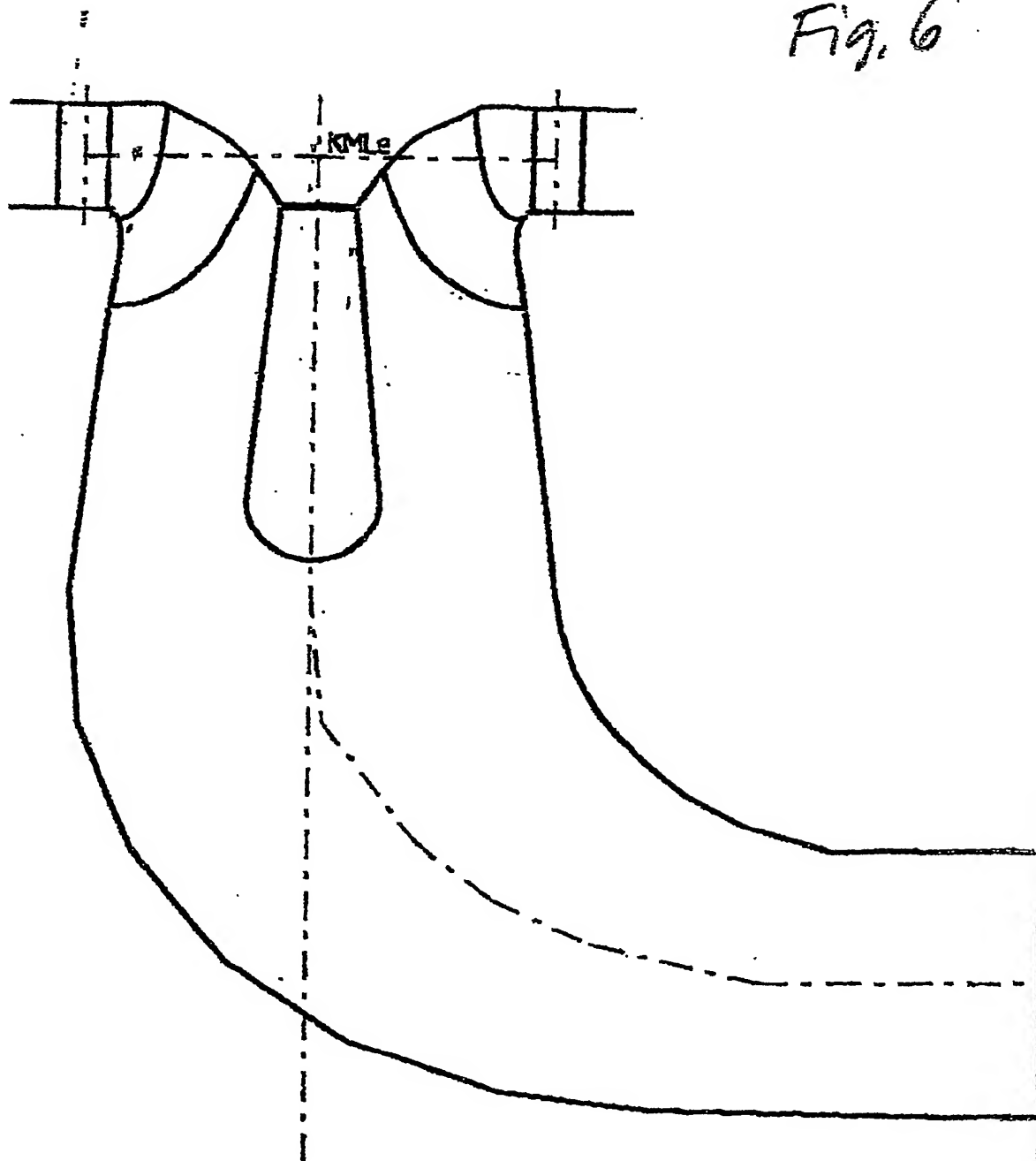
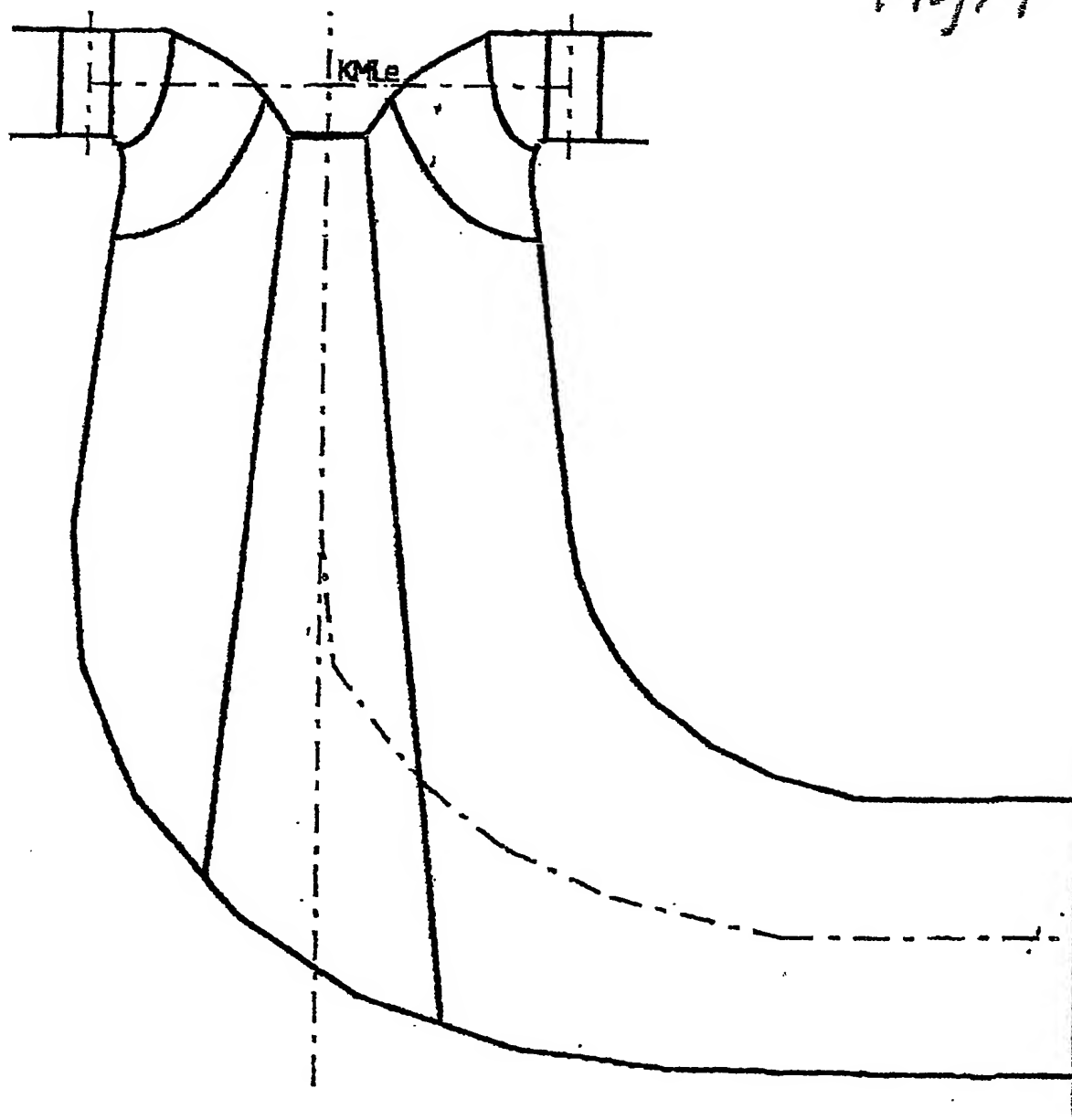
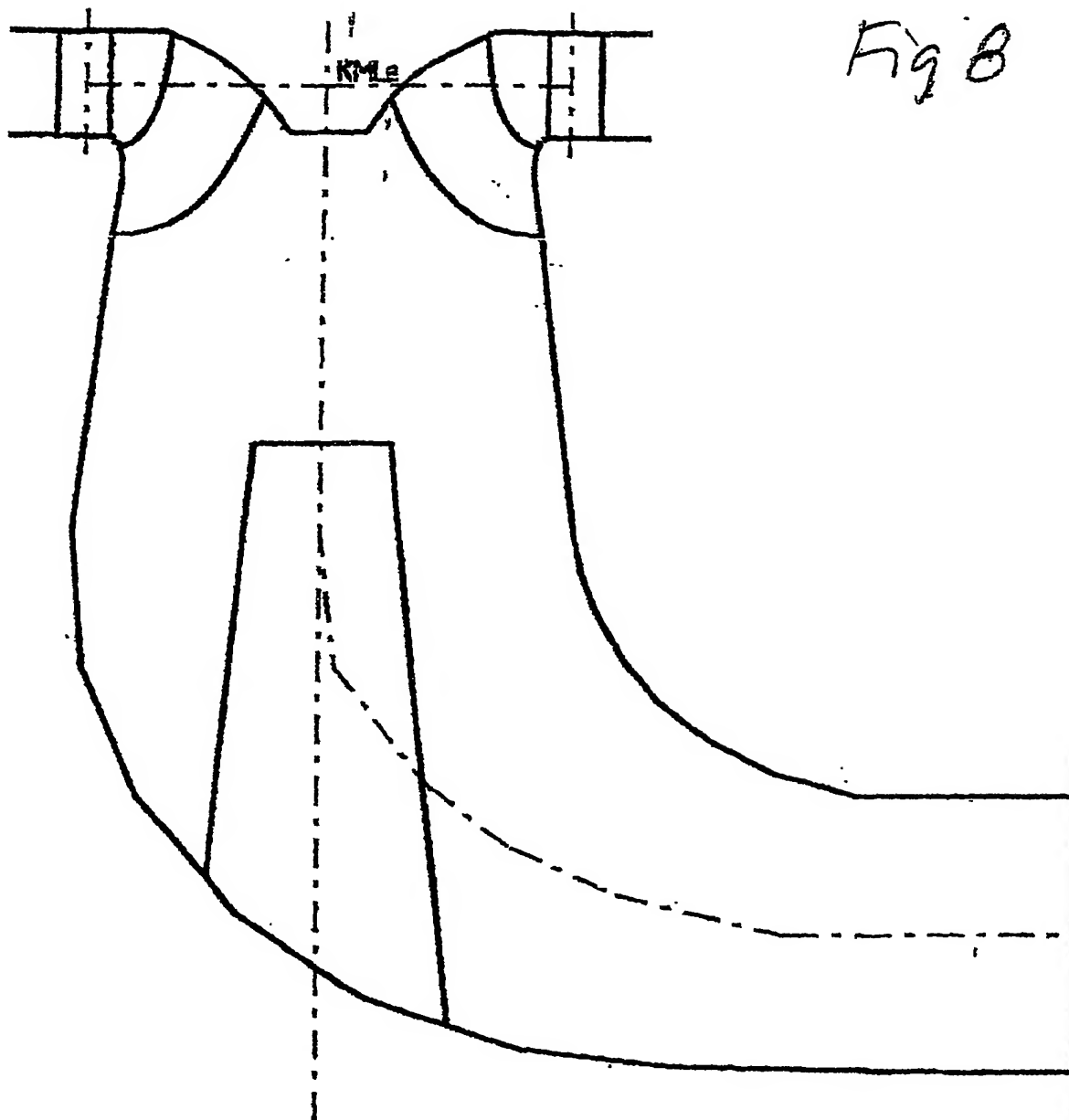


Fig. 7





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/13664

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 F03B11/04 F03B3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GREIN H: "VIBRATION PHENOMENA IN FRANCIS TURBINES: THEIR CAUSES AND PREVENTION" ESCHER WYSS NEWS, ESCHER WYSS, ZURICH, CH, vol. 54/55, no. 1, 1981, pages 37-42, XP008018462 ISSN: 0367-1402 pages 40-41	1-8
A		9
X	FR 1 162 872 A (KARLSTADS MEK VERKST AB) 18 September 1958 (1958-09-18) the whole document	1-6
X	CH 328 203 A (NEYRPIC ETS) 28 February 1958 (1958-02-28) page 2, line 36 - line 55; figures	1,2,4-6, 8
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 April 2004

Date of mailing of the international search report

04/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Criado Jimenez, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/13664

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 799 013 A (ENGLISH ELECTRIC CO LTD) 30 July 1958 (1958-07-30) page 2, line 38 - line 41; figures 4,5	1
X	US 2 079 258 A (LOGAN KERR SAMUEL) 4 May 1937 (1937-05-04) Seite 1, Zeilen 44-45; Abbildung 1	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/13664

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 1162872	A	18-09-1958	NONE	
CH 328203	A	28-02-1958	CH 317393 A	30-11-1956
GB 799013	A	30-07-1958	NONE	
US 2079258	A	04-05-1937	NONE	

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13664

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F03B11/04 F03B3/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F03B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GREIN H: "VIBRATION PHENOMENA IN FRANCIS TURBINES: THEIR CAUSES AND PREVENTION" ESCHER WYSS NEWS, ESCHER WYSS, ZURICH, CH, Bd. 54/55, Nr. 1, 1981, Seiten 37-42, XP008018462 ISSN: 0367-1402 Seiten 40-41	1-8
A		9
X	FR 1 162 872 A (KARLSTADS MEK VERKST AB) 18. September 1958 (1958-09-18) das ganze Dokument	1-6
X	CH 328 203 A (NEYRPIC ETS) 28. Februar 1958 (1958-02-28) Seite 2, Zeile 36 - Zeile 55; Abbildungen -/-	1,2,4-6, 8

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

26. April 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/05/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Criado Jimenez, F

INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13664

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 799 013 A (ENGLISH ELECTRIC CO LTD) 30. Juli 1958 (1958-07-30) Seite 2, Zeile 38 - Zeile 41; Abbildungen 4,5	1
X	US 2 079 258 A (LOGAN KERR SAMUEL) 4. Mai 1937 (1937-05-04) Seite 1, Zeilen 44-45; Abbildung 1	1

INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13664

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 1162872	A	18-09-1958	KEINE
CH 328203	A	28-02-1958	CH 317393 A 30-11-1956
GB 799013	A	30-07-1958	KEINE
US 2079258	A	04-05-1937	KEINE

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.